

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 81103417.2

51 Int. Cl.<sup>3</sup>: C 07 F 9/50, C 08 F 2/50,  
G 03 C 1/68  
// C08G63/52

22 Anmeldetag: 06.05.81

30 Priorität: 27.05.80 DE 3020092

71 Anmelder: BASF Aktiengesellschaft,  
Carl-Bosch-Strasse 38, D-6700 Ludwigshafen (DE)

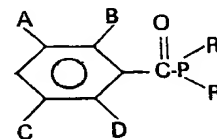
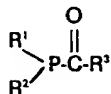
43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 02.12.81  
Patentblatt 81/48

72 Erfinder: Henne, Andreas, Dr., Bruesseler Ring 34,  
D-6700 Ludwigshafen (DE)  
Erfinder: Hesse, Anton, Dr., Peter-Nickel-Strasse 15,  
D-6946 Lutzelsachsen (DE)  
Erfinder: Buethe, Ingolf, Dr., Am Wasserturm 1,  
D-6737 Boehl-iggelheim (DE)  
Erfinder: Hell, Guenter, Dr., Dirmstelter Weg 41,  
D-6700 Ludwigshafen (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten: BE CH DE FR GB IT LI NL

54 **Acylphosphinverbindungen und ihre Verwendung.**

57 Die Erfindung betrifft Acylphosphinverbindungen, Verfahren zu ihrer Herstellung und ihre Verwendung. Die Acylphosphinverbindungen weisen die allgemeine Formel



steht, wobei die Reste C und D die gleiche Bedeutung haben wie A und B.

Sie können aus Säurehalogenid und Phosphid oder Silylphosphin hergestellt und als Photoinitiatoren in photopolymerisierbaren Massen verwendet werden.

auf, worin R<sup>1</sup> für einen Alkylrest, einen Cycloalkyl-, einen gegebenenfalls substituierten Phenyl- oder Naphthylrest oder einen heterocyclischen Ring steht; R<sup>2</sup> die Bedeutung von R<sup>1</sup> hat, wobei R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> untereinander gleich oder verschieden sein können oder R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> miteinander zu einem Ring verknüpft sind, R<sup>3</sup> für einen mindestens zweifach substituierten Phenyl-, Naphthyl-, Pyridyl-, Furyl-, Pyrrolyl- oder Thienylrest steht, der mindestens an den beiden zur Verknüpfungsstelle mit der Carbonylgruppe benachbarten Kohlenstoffatomen die Substituenten A und B trägt, die gleich oder verschieden sein können und für Alkyl-, Alkoxy- oder Alkylthioester, Cycloalkylreste, Phenylreste oder Halogenatome stehen oder R<sup>3</sup> für die Gruppierung

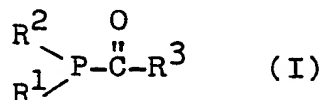
Acylphosphinverbindungen und ihre Verwendung

Die vorliegende Erfindung betrifft neue Acylphosphinverbindungen, Verfahren zu ihrer Herstellung und ihre Verwendung als Photoinitiatoren in photopolymerisierbaren Massen.

Es sind bereits eine Reihe von Photoinitiatoren verschiedener Strukturen bekannt, z.B. Benzildimethylketal (DE-OS 22 61 383), Benzoinäther (DE-OS 16 94 149), Thioxanthone (DE-OS 20 03 132) u.a. In der US-PS 3 668 093 sind ferner Aroylphosphine als Photoinitiatoren beschrieben.

Photopolymerisierbare Massen, die mit derartigen Initiatorsystemen, insbesondere auch mit den in der US-PS 3 668 093 beschriebenen Aroylphosphinen gehärtet werden, zeigen eine unerwünschte Vergilbung, die eine Verwendung dieser Systeme auf hellen (bzw. weißen) Flächen oder als Überzug für farbtreue Abbildungen unbrauchbar macht. Außerdem zeigen diese Verbindungen in Acrylatlacken nur geringe Härtungsgeschwindigkeiten. Nachteilig ist auch, daß diese Verbindungen sich in Gegenwart von Aminbeschleunigern zersetzen. Überraschenderweise wurde nun gefunden, daß die beschriebenen Nachteile der Acylphosphine der US-PS 3 668 093 vermieden werden, wenn der Arylrest der Aroylgruppe in den beiden zur Carbonylgruppe benachbarten Stellungen substituiert ist. Solche Verbindungen waren bisher nicht bekannt.

Gegenstand der Erfindung sind Acylphosphin-Verbindungen der allgemeinen Formel (I)

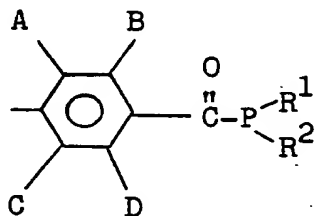


7  
worin  $R^1$  für einen geradkettigen oder verzweigten Alkyl-  
rest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, einen Cyclohexyl-,  
Cyclopentyl-, Phenyl-, Naphthyl-, einen halogen-,  $C_1$  bis  
5  $C_4$ -alkyl- oder  $C_1$  bis  $C_4$ -alkoxyl-substituierten Phenyl-  
oder Naphthylrest oder einen S- oder N-haltigen fünf- oder  
sechsgliedrigen heterocyclischen Ring steht.

10  $R^2$  die Bedeutung von  $R^1$  hat, wobei  $R^1$  und  $R^2$  untereinander  
gleich oder verschieden sein können oder  $R^1$  und  $R^2$   
miteinander zu einem Ring verknüpft sind, der 4 bis 10 Koh-  
lenstoffatome enthält und durch 1 bis 6 weitere Alkylreste  
mit je 1 bis 4 Kohlenstoffatomen substituiert sein kann  
sowie 1 oder 2 ankondensierte Benzolringe besitzen kann  
und

15  $R^3$  für einen mindestens zweifach substituierten Phenyl-,  
Pyridyl-, Furyl-, Pyrrolyl- oder Thienylrest steht, der  
mindestens an den beiden zur Verknüpfungsstelle mit der  
Carbonylgruppe benachbarten Kohlenstoffatomen die Substi-  
20 tuenten A und B trägt, die untereinander gleich oder  
verschieden sein können und für 1 bis 6 Kohlenstoffatome  
enthaltende Alkyl-, Alkoxy- oder Alkylthioester, 3 bis  
7 Kohlenstoffatome enthaltende Cycloalkylreste, Phenylre-  
ste oder Halogen-, vorzugsweise Chlor- oder Brom-Atome  
25 stehen, oder  $R^3$  für einen mindestens in den 2,8-Stellungen  
durch A und B substituierten  $\alpha$ -Naphthylrest oder minde-  
stens in den 1,3-Stellungen durch A und B substituierten  
 $\beta$ -Naphthylrest oder für die Gruppierung

30



35

steht, wobei die Reste A, B, C und D untereinander gleich oder verschieden sind und C und D die gleiche Bedeutung haben wie A und B und wobei gegebenenfalls mindestens einer der Reste  $R^1$  und  $R^2$  olefinisch ungesättigt ist.

5

Bezüglich der allgemeinen Formel (I) der erfindungsgemäßen Acylphosphinoxid-Verbindungen ist im einzelnen folgendes auszuführen:

- 10  $R^1$  kann sein ein geradkettiger oder verzweigter Alkylrest mit 1 bis 6 Kohlenstoff-Atomen wie Methyl, Äthyl, i-Propyl, n-Propyl, n-Butyl, sec.-Butyl, iso-Butyl, t-Butyl, Amyl, n-Hexyl; ein Cyclopentyl- oder Cyclohexylrest; ein Phenyl- oder Naphthylrest; ein halogensubstituierter beispielsweise Chlor-, Brom- oder Fluor-substituierter Phenyl- oder Naphthylrest, wie z.B. Mono- oder Dichlorphenyl, ein  $C_1$  bis  $C_4$ -alkylsubstituierter Phenyl- oder Naphthylrest, wie Methylphenyl, Äthylphenyl, Isopropylphenyl, tert.-Butylphenyl, Dimethylphenyl, Trimethylphenyl, ein  $C_1$  bis  $C_4$ -alkoxysubstituierter Phenyl- oder Naphthylrest, wie Methoxyphenyl, Äthoxyphenyl, Dimethoxyphenyl; ein S- oder N-haltiger fünf- oder sechsgliedriger heterocyclischer Ring, wie z.B. ein Thienyl-, Pyridyl-Pyrrolyl- oder Furylrest;

25

$R^2$  hat die gleiche Bedeutung wie  $R^1$ , wobei  $R^1$  und  $R^2$  untereinander gleich oder verschieden sein und in der Weise untereinander verknüpft sein können, daß sie miteinander einen Ring  $R^1$ -P- $R^2$  bilden, der 4 bis 10 Kohlenstoffatome enthält und mit 1 bis 6 weiteren Alkylresten mit je 1 bis 4 Kohlenstoffatomen substituiert sein kann sowie 1 oder 2 ankondensierte Benzolringe haben kann.

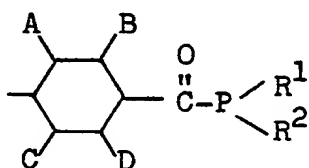
30

$R^3$  kann für einen mindestens zweifach substituierten Phenyl-, Pyridyl-, Furyl-, Pyrrolyl- oder Thienylrest stehen,

35

der mindestens an den beiden zur Verknüpfungsstelle mit  
der Carbonylgruppe benachbarten Kohlenstoffatomen die  
Substituenten A und B trägt, die untereinander gleich oder  
verschieden sein können und für 1 bis 6 Kohlenstoffatome  
5 enthaltende Alkyl-, Alkoxy- oder Alkylthioester, 3 bis  
7 Kohlenstoffatome enthaltende Cycloalkylreste, Phenylre-  
ste oder Halogen-, vorzugsweise Chlor- oder Bromatome oder  
für einen mindestens in den 2,8-Stellungen durch A und B  
substituierten  $\alpha$ -Naphthylrest oder einen mindestens in  
10 1,3-Stellungen durch A und B substituierten  $\beta$ -Naphthylrest  
oder für die Gruppierung

15



20 stehen, wobei die Reste A, B, C und D untereinander gleich  
oder verschieden sind und C und D die gleiche Bedeutung  
haben wie A und B und wobei gegebenenfalls mindestens  
einer der Reste  $R^1$  und  $R^2$  olefinisch ungesättigt ist.

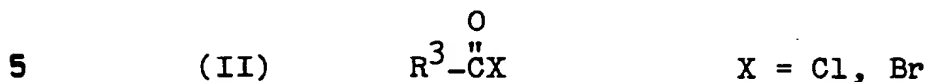
$R^3$  kann beispielsweise ein 2,6-Dimethylphenyl-, 2,6-Di-  
25 methoxyphenyl-, 2,6-Dichlorphenyl, 2,6-Dibromphenyl-,  
2-Chlor-6-methoxyphenyl-, 2-Chlor-6-methylthio-phenyl-,  
2,4,6-Trimethylphenyl-, 2,4,6-Trimethoxyphenyl-, 2,3,4,6-  
-Tetramethylphenyl-, 2,6-Dimethyl-4-tert.butyl-phenyl-,  
1,3-Dimethylnaphthalin-2-, 2,8-Dimethylnaphthalin-1-,  
30 1,3-Dimethoxynaphthalin-2-, 1,3-Dichlornaphthalin-2, 2,8-  
-Dimethoxynaphthalin-1-, 2,4,6-Trimethylpyridin-3-, 2,4-Di-  
methoxy-furan-3 oder ein 2,4,5-Trimethylthiophen-3-Rest  
sein.

35

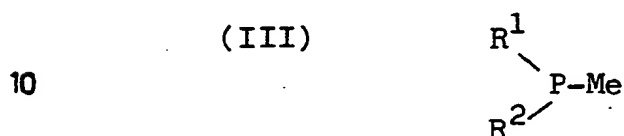
Als Beispiele für die erfindungsgemäßen, als Photoinitiatoren geeigneten Acylphosphinverbindungen seien genannt:

- 5     2,6-Dimethylbenzoyl-diphenylphosphin  
      2,6-Dimethoxybenzoyl-diphenylphosphin  
      2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphin  
      2,3,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphin  
      2,4,6-Trimethoxybenzoyldiphenylphosphin  
      2,6-Dichlorbenzoyldiphenylphosphin  
10    2-Chlor-6-methylthio-benzoyldiphenylphosphin  
      2,6-Bis-(methylthio)-benzoyl-diphenylphosphin  
      2,3,4,6-Tetramethylbenzoyldiphenylphosphin  
      2-Phenyl-6-methylbenzoyldiphenylphosphin  
      1,3-Dimethylnaphthalin-2-carbonyl-diphenylphosphin  
15    2,8-Dimethylnaphthalin-1-carbonyl-diphenylphosphin  
      1,3-Dimethoxynaphthalin-1-carbonyl-diphenylphosphin  
      1,3-Dichlornaphthalin-2-carbonyl-diphenylphosphin  
      2,4,6-Trimethylpyridin-3-carbonyl-diphenylphosphin  
      2,4-Dimethylfuran-3-carbonyl-diphenylphosphin  
20    2,4-Dimethoxyfuran-3-carbonyl-di(n-butyl)phosphin  
      2,4,5-Trimethyl-thiophen-3-carbonyldiphenylphosphin  
      2,4,5-Trimethyl-thiophen-3-carbonyl-diphenylphosphin  
      2,6-Dimethoxybenzoyl-bis-(p-tolyl)-phosphin  
      2,4,6-Trimethoxybenzoyl-bis-(o-tolyl)-phosphin  
25    2,6-Dimethoxybenzoyl-bis-(p-chlorphenyl)-phosphin  
      2,4,6-Trimethoxybenzoyl-bis-(p-chlorphenyl)-phosphin  
      2,6-Dimethoxybenzoyl-di-tert.-butylphosphin  
      2,4,6-Trimethoxybenzoyl-di-tert.-butylphosphin  
30    Die Herstellung derartiger Verbindungen kann beispielsweise nach folgenden drei Verfahren erfolgen:

1. Durch Umsetzen von Säurehalogeniden der allgemeinen Formel II



mit Metallphosphiden der allgemeinen Formel (III)

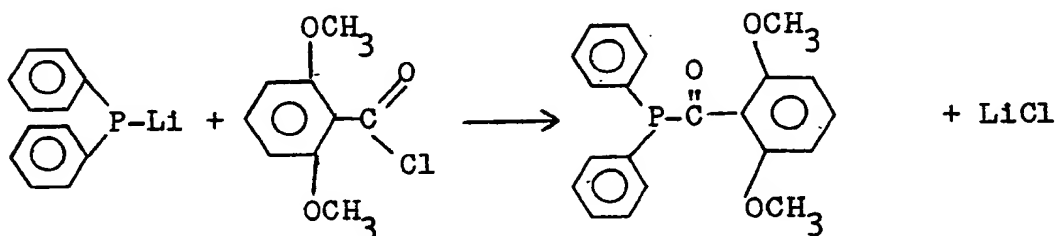


Me = Li, Na, K

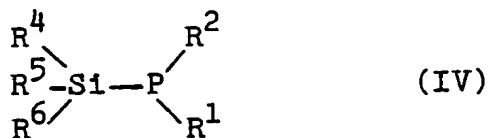
- 15 zweckmäßigerweise in einem wasserfreien aprotischen Lösungsmittel in einer Inertgasatmosphäre von vorzugsweise Stickstoff, Argon oder Wasserstoff bei Temperaturen zwischen  $-30$  und  $130^{\circ}\text{C}$ , bevorzugt zwischen  $-10$  und  $100^{\circ}\text{C}$ . Bevorzugte Lösungsmittel sind
- 20 Kohlenwasserstoffe wie Toluol, Cyclohexan oder Petroläther sowie aliphatische oder aromatische Äther wie Diäthyläther, Dibutyläther, Tetrahydrofuran, Dioxan, Diäthylenglykoldimethyläther, Diphenyläther. Die dabei entstehende Lösung des Acylphosphins kann durch
- 25 Filtration oder durch Waschen mit Wasser vom gleichzeitig entstandenen Alkalihalogenid getrennt werden.

- 30 Nach Abdampfen des Lösungsmittels verbleibt das Acylphosphin, welches durch Destillation oder Umkristallisieren weiter gereinigt werden kann.

Dieses Herstellverfahren läßt sich folgendermaßen  
beispielhaft beschreiben:



- 10 2. Durch Umsetzen eines Acylchlorides der Formel (II)  
mit einem Silylphosphin der allgemeinen Formel (IV)



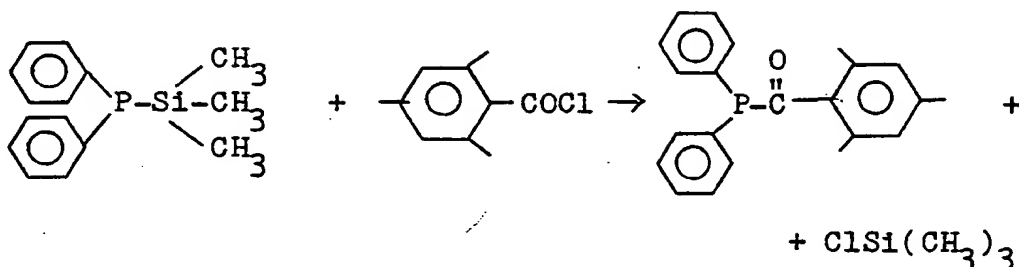
wobei R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup> gleich oder verschieden sind und für  
C<sub>1</sub> bis C<sub>6</sub>-Alkyl oder Phenylreste stehen; bevorzugt  
sind Methyl- oder Äthylgruppen.

20 Diese Umsetzung wird zweckmäßigerweise in einem  
wasserfreien aprotischen Lösungsmittel in einer  
Inertgasatmosphäre von Stickstoff, Argon oder Wasser-  
stoff bei Temperaturen zwischen -30 und 130°C, bevor-  
zugt 0 bis 100°C, durchgeführt. Bevorzugte Lösungsmit-  
tel sind die bei Verfahren 1 genannten. Das Acyl-  
phosphin fällt dabei entweder während der Reaktion  
als Niederschlag aus oder es verbleibt nach Abziehen  
des Lösungsmittels als Rückstand und kann durch  
Destillation oder Umkristallisieren weiter gereinigt  
werden.

Dieses Verfahren kann folgendermaßen beispielhaft  
beschrieben werden:

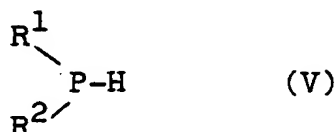


5



10

3. Durch Umsetzen eines Acylchlorides der allgemeinen Formel (II) mit einem Phosphin der allgemeinen Formel (V)



15

20

25

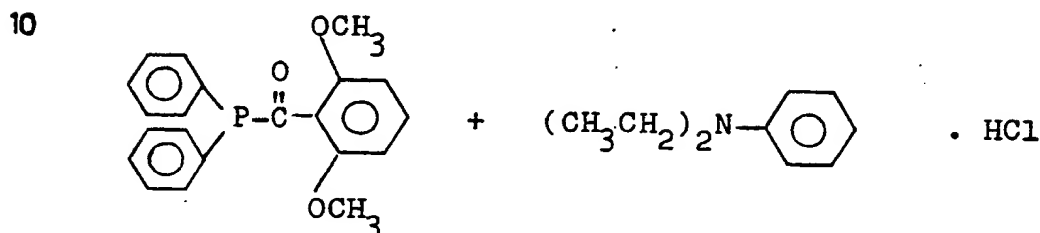
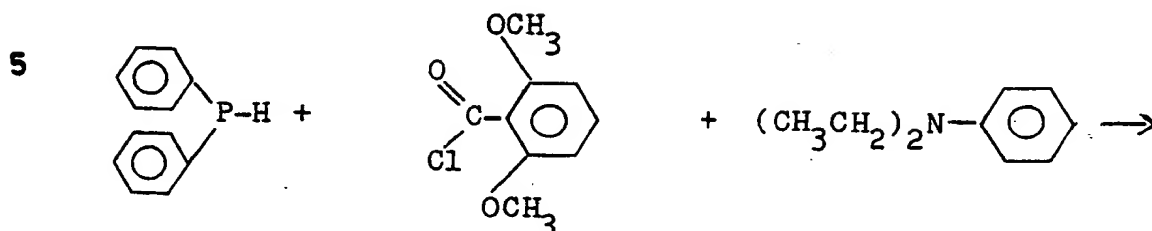
zweckmäßigerweise in Gegenwart von etwa äquimolaren Mengen tertiären Amins in einer Inertgasatmosphäre von Argon, Stickstoff oder Wasserstoff in einem Lösungsmittel wie einem Kohlenwasserstoff oder Kohlenwasserstoffgemisch wie Petroläther, Toluol, Cyclohexan, einem Äther oder anderen üblichen organischen Lösungsmitteln bei Temperaturen zwischen  $-30$  und  $+130^\circ\text{C}$  bevorzugt bei  $10$  bis  $100^\circ\text{C}$ . Geeignete tertiäre Amine sind z.B. Triäthylamin, Tributylamin, Diäthylanilin, Methyldiphenylamin.

30

Das entstehende Hydrochlorid des tertiären Amins kann durch Filtration oder durch eine Wäsche der organischen Phase mit Wasser abgetrennt werden. Aus der in dieser Weise erhaltenen Lösung des Acylphosphins kann dieses durch Abkühlen der Lösung oder durch Abziehen des Lösungsmittels als Rohprodukt gewonnen werden und durch Destillation, Umkristallisation oder Chromatographie weiter gereinigt werden.

35

"Dieses Verfahren kann in folgender Weise beispielhaft beschrieben werden:



15 Bevorzugte Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Aroylphosphine sind die Verfahren 1 und 2.

20 Die Gewinnung der Säurehalogenide  $R^3COX$  (vgl. Weygand-Hilgetag, organisch-chemische Experimentierkunst, 4. Aufl., S. 246 bis 256; J.A. Barth-Verlag, Leipzig 1970), der Phosphine und ihrer Alkalisalze (vgl. K. Issleib und A. Tzschach, Chem. Ber. 92, 704 (1959); K. Sasse in Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, Bd. 12/I, S. 52 ff) sowie der Silylphosphine (vgl. K. Sasse, op. cit., S. 77) erfolgt nach Verfahren, die dem Fachmann aus der

25 Literatur bekannt sind.

30 Als Ausgangsmaterialien geeignete Phosphine sind z.B. Dimethylphosphin, Dibutylphosphin, Diphenylphosphin, Bis-(p-tolyl)-phosphin, Di-tert.butylphosphin, Bis-(p-chlor-phenyl)phosphin; geeignete Silylphosphine sind z.B. Verbindungen wie Trimethylsilyldimethylphosphin, Trimethylsilyldibutylphosphin, Trimethylsilyldiphenylphosphin,

35 Triäthylsilyl-bis-(p-tolyl)-phosphin, Tripropylsilyl-di-tert.-butylphosphin. Geeignete Phosphide gehen aus den

Obengenannten Phosphinen hervor, wenn man das am Phosphor gebundene Wasserstoffatom durch Li, Na, K ersetzt.

Als Beispiele für die nach den erfindungsgemäßen Verfahren  
5 hergestellten neuen Acylphosphin-Verbindungen seien, ohne dies als Beschränkung zu sehen, folgende genannt:

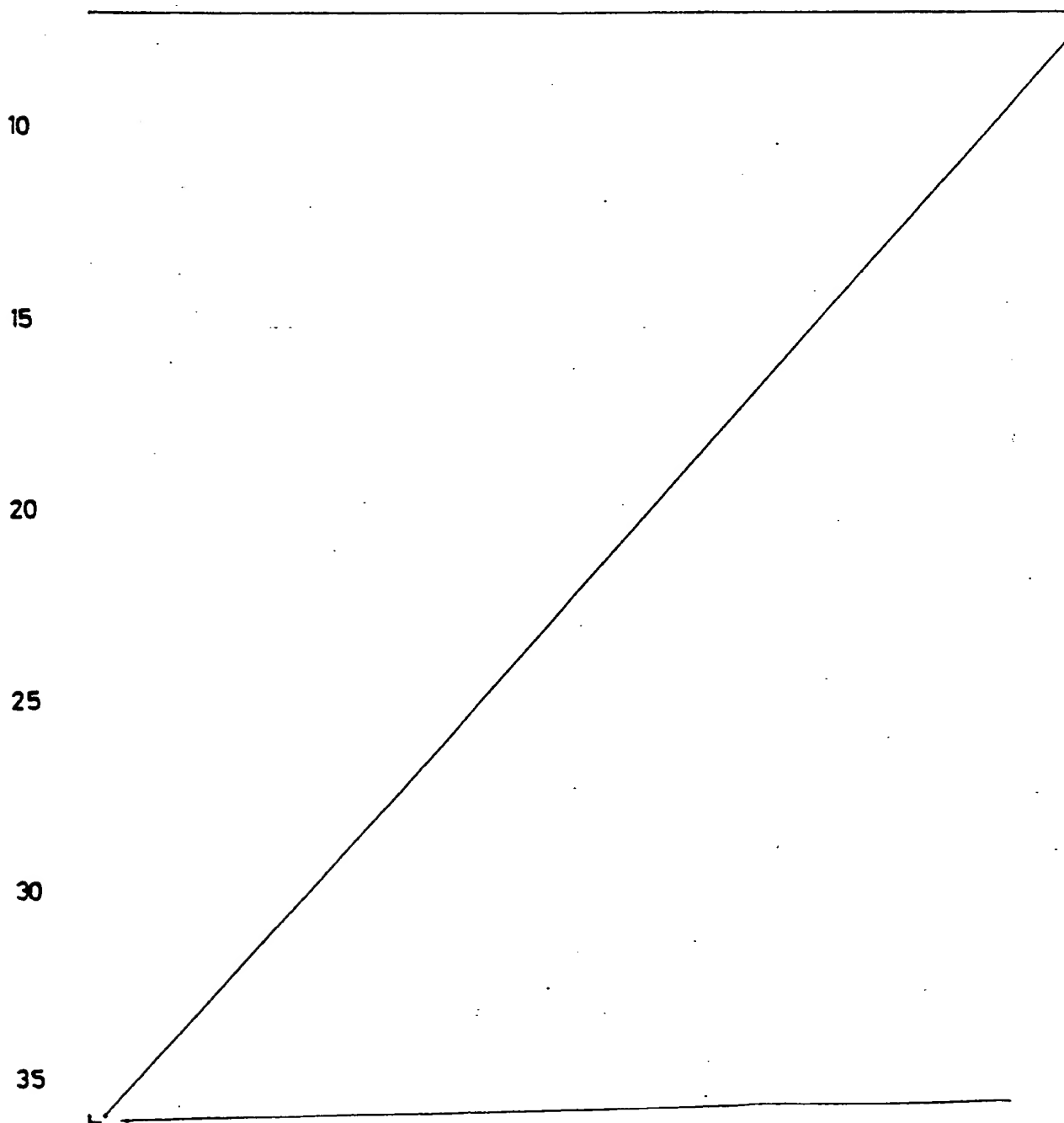
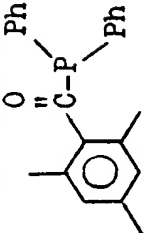
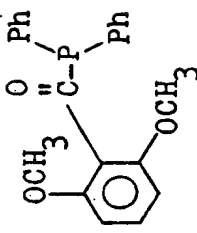


Tabelle 1: Beispiele der erfindungsgemäßen Acylphosphin-Verbindungen (Ph = Phenyl)

Verbindung	Hergestellt nach Verfahren	Schmp.	Ausbeute	Analyse		
				C	H	P
	2	98°	69 %	ber 79,52	6,33	9,34
				gef 79,1	6,27	8,98
	2	113-115°	92 %	ber 72,0	5,43	8,86
				gef 71,5	5,4	8,7
1	1	113-115°	82 %	ber 72,0	5,43	8,86
				gef 71,7	5,4	8,8
3	3	113-115°	10 %			

Die erfindungsgemäßen Acylphosphinverbindungen zeigen eine sehr gute Reaktivität als Photoinitiatoren für photopolymerisierbare Monomere mit mindestens einer C-C-Mehrfachbindung und Mischungen derselben miteinander und mit bekannten Zusatzstoffen. Die erfindungsgemäßen Acylphosphinverbindungen eignen sich besonders gut als Photoinitiatoren in photopolymerisierbaren Massen für Überzüge und Lacke. Sie sind hinsichtlich der Vergilbung der so erhaltenen Lacke bzw. Überzüge bekannten Photoinitiatoren (z.B. dem aus der US-PS 3.668.093 bekannten Aroylphosphinen sowie Benzildimethylketal) weit überlegen. Die erfindungsgemäßen Acylphosphinverbindungen sind außerdem sehr vorteilhaft als Photoinitiatoren für die Lichthärtung von styrolischen Polyestern, die gegebenenfalls Glasfasern und andere Hilfsstoffe enthalten können, verwendbar.

Als photopolymerisierbare Monomere eignen sich die üblichen Verbindungen und Stoffe mit polymerisierbaren C-C-Doppelbindungen, die durch z.B. Aryl-, Carbonyl-, Amino-, Amid-, Amido-, Ester-, Carboxy- oder Cyanid-Gruppen, Halogenatome oder C-C-Doppel- oder C-C-Dreifachbindungen aktiviert sind. Genannt seien beispielsweise Vinyläther und Vinylester, Styrol, Vinyltoluol, Acrylsäure und Methacrylsäure sowie deren Ester mit ein- und mehrwertigen Alkoholen mit bis zu 20, vorzugsweise 1 bis 8 Kohlenstoffatomen, deren Nitrile oder Amide, Malein- und Fumarestere von Alkoholen mit 1 bis 20, vorzugsweise 1 bis 8 Kohlenstoffatomen sowie N-Vinylpyrrolidon, N-Vinylcaprolactam, N-Vinylcarbazol und Allylester wie Diallylphthalat.

Als photopolymerisierbare höhermolekulare Verbindungen sind beispielsweise geeignet: ungesättigte Polyester, hergestellt aus  $\alpha, \beta$ -ungesättigten Dicarbonsäuren wie Maleinsäure, Fumarsäure oder Itaconsäure, gegebenenfalls im Gemisch mit gesättigten bzw. aromatischen Dicarbonsäuren

7  
wie Adipinsäure, Phthalsäure oder Terephthalsäure, durch  
Umsetzung mit Alkandiolen wie Äthylenglykol, Propylengly-  
kol, Butandiol, Neopentylglykol oder oxalkyliertem Bis-  
phenol A; Epoxidacrylate, hergestellt aus Acryl- oder  
5 Methacrylsäure und aromatischen oder aliphatischen Digly-  
cidyläthern und Urethanacrylate (z.B. hergestellt aus  
Hydroxyalkylacrylaten und Polyisocyanaten), sowie Poly-  
esteracrylate (z.B. hergestellt aus hydroxylgruppenhalti-  
gen gesättigten Polyestern und Acryl- oder Methacryl-  
10 säure).

Den photopolymerisierbaren Verbindungen, deren Zusammen-  
setzung für den jeweiligen Verwendungszweck dem Fachmann  
geläufig ist, können in bekannter Weise gesättigte  
15 und/oder ungesättigte Polymere sowie weitere Zusatzstoffe  
wie Inhibitoren gegen die thermische Polymerisation,  
Paraffin, Pigmente, Farbstoffe, Peroxide, Verlaufshilfsmit-  
tel, Füllstoffe und Glasfasern sowie Stabilisatoren gegen  
thermischen oder photochemischen Abbau zugesetzt sein.

20 Solche Gemische sind dem Fachmann bekannt. Art und Menge  
der Zusätze hängen vom jeweiligen Verwendungszweck ab.

Die erfindungsgemäßen Acylphoshin-Verbindungen werden  
25 dabei im allgemeinen in einer Konzentration von 0,01 bis  
15 Gew.-%, vorzugsweise von 0,1 bis 5 Gew.-%, bezogen auf  
die photopolymerisierbare Masse eingesetzt. Sie können  
gegebenenfalls mit Beschleunigern kombiniert werden, die  
den hemmenden Einfluß des Luftsauerstoffs auf die Photo-  
30 polymerisation beseitigen.

Solche Beschleuniger bzw. Synergisten sind beispielsweise  
sekundäre und/oder tert. Amine wie Methyldiäthanolamin,  
Dimethyldiäthanolamin, Triäthylamin, Triäthanolamin, p-Di-  
35 methylaminobenzoesäureäthylester, Benzyl-dimethylamin,

- Dimethylaminoäthylacrylat, N-Phenylglycin, N-Methyl-N-phenylglycin und analoge, dem Fachmann bekannte Verbindungen. Zur Beschleunigung der Aushärtung können weiterhin aliphatische und aromatische Halogenide dienen wie 2-Chlormethyl-
- 5 -naphthalin, 1-Chlor-2-chlormethyl-naphthalin sowie gegebenenfalls Radikalbildner wie Peroxide und Azo-Verbindungen, die in Mengen von bis zu 15 Gew.-%, bezogen auf die photopolymerisierbare Masse zugesetzt werden können.
- 10 Als Strahlungsquellen für die Polymerisation solcher Mischungen auslösende Licht verwendet man solche, die Licht vorzugsweise im Absorptionsbereich der erfindungsgemäßen Verbindungen aussenden, d.h. zwischen 230 und
- 15 450 nm. Besonders geeignet sind Quecksilber-Niederdruckstrahler, -Mitteldruck- und Hochdruckstrahler sowie superaktinische Leuchtstoffröhren oder Impulsstrahler. Die genannten Lampen können gegebenenfalls dotiert sein.

- Die in den nachstehenden Beispielen genannten Teile und
- 20 Prozente beziehen sich, soweit nicht anders angegeben, auf das Gewicht. Volumenteile verhalten sich zu Teilen wie Liter zu Kilogramm. Soweit Lösungsmittel als "trocken" bezeichnet werden, wurden sie vor Einsatz über Natrium-
- Draht getrocknet.

25

Beispiel 1

- Es wird eine Suspension von 10 Teilen 2,6-Dimethoxybenzoylchlorid in 20 Volumenteilen trockenem Heptan hergestellt.
- 30 Im Reaktionsgefäß wird dann durch zweimaliges Evakuieren und Füllen mit trockenem Stickstoff eine Inertgasatmosphäre hergestellt. Unter Rühren wird bei Raumtemperatur innerhalb von 30 Minuten eine Lösung aus 15.5 Teilen Trimethylsilyldiphenylphosphin in 30 Volumenteilen trocke-

35

nem Heptan zugetropft. Nach zwanzigstündigem Rühren bei Raumtemperatur wird der Kolbeninhalt abgesaugt und getrocknet.

5 Ausbeute: 16,1 Teile 2,6-Dimethoxybenzoyldiphenylphosphin (92 % d. Th.)

Schmp. 113 - 115° NMR (CDCl<sub>3</sub>, δ): 3,55 (s, 6H), 6,23 (d, 2H), 6,9 - 7,5 (m, 11H)

10 Analyse: C<sub>21</sub>H<sub>19</sub>O<sub>3</sub>P(350) C 72,0 H 5,43 P 8,86  
gef. C 71,5 H 5,4 P 8,7

#### Beispiel 2

15 9,1 Teile 2,4,6-Trimethylbenzoesäurechlorid werden in 20 Volumenteilen trockenem Heptan gelöst vorgelegt und im Reaktionsgefäß durch zweimaliges Evakuieren und Füllen mit trockenem Stickstoff eine Inertgasatmosphäre hergestellt. Unter Rühren wird bei Raumtemperatur innerhalb von 30 Mi-

20 nuten eine Lösung von 15,5 Teilen Trimethylsilyldiphenylphosphin in 30 Volumenteilen trockenem Heptan zugetropft. Dann wird 72 Stunden bei Raumtemperatur nachgerührt. Der ausgefallene Niederschlag wird abgesaugt, mit wenig Heptan gewaschen und getrocknet.

25 Ausbeute: 11,5 Teile (69 % d.Th.) Schmp.: 98°C NMR (CDCl<sub>3</sub>, δ): 2,06 (s, 6H), 2,20 (s, 3H), 6,68 (s, 2H) 7,2-7,7 (m, 10H)  
MS: Molmasse 332

30 Analyse: C<sub>22</sub>H<sub>21</sub>OP (332) C 79,52 H 6,33 P 9,34  
gef. C 79,1 H 6,27 P 8,98

35



Beispiel 3

In einem Reaktionsgefäß wird durch zweimaliges Evakuieren und Befüllen mit Argon eine Inertgasatmosphäre hergestellt. Während der folgenden Reaktionen wird im Reaktionsgefäß ein geringer Überdruck von Argon aufrecht erhalten. Das Reaktionsgefäß wird mit 10 Volumenteilen Diphenylphosphin und 50 Volumenteilen getrocknetem Tetrahydrofuran gefüllt und unter Rühren und Kühlung 38 Volumenteile einer 1.64-molaren Lösung von n-Butyl-Lithium in Hexan in 10 Minuten zugetropft, wobei eine tiefrote Lösung von Lithiumdiphenylphosphid erhalten wird. 10 Teile 2,6-Dimethoxybenzoylchlorid werden in 30 Volumenteilen trockenem Tetrahydrofuran gelöst und in der oben beschriebenen Weise eine Inertgasatmosphäre in dem Gefäß hergestellt. Zu dieser Lösung wird bei einer Innentemperatur von unter 20°C unter Rühren, Eiskühlung und Inertgasatmosphäre die oben hergestellte Lösung von Lithiumdiphenylphosphid so lange tropfenweise zugegeben, bis die Lösung im Reaktionsgefäß nach Zugabe von 2 - 3 Tropfen länger als 5 Minuten eine deutlich rote Farbe zeigte. Dann wird 16 Stunden bei 25°C nachgerührt und anschließend der Inhalt des Reaktionsgefäßes in 300 Volumenteile Methylenchlorid und 100 Volumenteile gesättigte Ammoniumchloridlösung eingerührt. Die organische Phase wird dreimal mit je 200 Volumenteilen Wasser gewaschen, über Magnesiumsulfat getrocknet und zur Trockene eingeengt.

Ausbeute: 14,5 Teile (82,5 % d. Th.),

Schmp.: 113-115°C  
NMR: wie Beispiel 1

Analyse:  $C_{21}H_{19}O_3$  (350) C 72,0 H 5,43 P 8,86  
gef C 71,7 H 5,4 P 8,8

Beispiel 4

Wie in Beispiel 3 wird im Reaktionsgefäß eine Inertgasatmosphäre hergestellt und 4,65 Teile Diphenylphosphin, 2,5  
5 Teile Triäthylamin und 50 Volumenteile Diäthyläther vorgelegt. Bei 20°C Innentemperatur wird unter Rühren eine Lösung von 5 Teilen 2,6-Dimethoxybenzoylchlorid in 10 Volumenteilen Äther zugetropft, anschließend 5 Stunden unter Rückfluß erhitzt und das ausgeschiedene Triäthylamin-Hydrochlorid abfiltriert. Nach Abziehen des Lösungsmittels wird  
10 ein öliges Rohprodukt erhalten, das durch Chromatographie an Kieselgel (Laufmittel Toluol/Äther 2 :1) gereinigt wird.

15 Ausbeute: 1.7 Teile (10 % d. Th.), Schmp. 113 - 115°C  
NMR: wie oben (Beispiel 1)

Beispiel 5

20 Zur Messung der Härtingsaktivität der erfindungsgemäßen Verbindungen wurde der Temperaturverlauf im ungesättigten Polyesterharz (UP-Harz) während der UV-Belichtung aufgezeichnet; dazu taucht ein mit einer Wachsschicht überzogener Thermofühler, der mit einem Temperaturschreiber (Tastotherm Script 3 N, Standardfühler T 300 der Deutschen  
25 Gulton GmbH) verbunden ist, in einen mit 10 g UP-Harz gefüllten Weißblechdeckel mit einem Durchmesser von 5 cm (Schichtdicke des UP-Harzes 4,8 mm). Zur Vermeidung von Wärmeverlusten während der UV-Belichtung ist der Deckel in  
30 Polyurethan-Hartschaum eingebettet. Als Strahlungsquelle dient ein UV-Feld aus 5 Leuchtstoffröhren (TLAK 40 W/05, Philips) nebeneinander. Der Abstand Strahler/UP-Harzoberfläche betrug 8,5 cm.

- Aus den registrierten Temperatur-Zeitkurven werden als charakteristische Kenngrößen für die Härtingsaktivität die Härtingszeit  $HZ_{25^{\circ}\text{C}-T_{\text{max}}}$  und die maximal erreichte Härtingstemperatur  $T_{\text{max}}$  entnommen. Als Härtingszeit gilt die
- 5 Zeitspanne, in der die Probertemperatur von  $25^{\circ}\text{C}$  auf  $T_{\text{max}}$  ansteigt.

Folgende Harze wurden dazu hergestellt:

10 Harz A

- Harz A ist eine mit 0,01 % Hydrochinon stabilisierte 65 %ige styrolische Lösung eines ungesättigten Polyesters aus Maleinsäure, o-Phthalsäure, Äthylenglykol und Propylenglykol-1,2 im Molverhältnis 1 : 2 : 2,3 : 0,70. Der ungesättigte Polyester hat eine Säurezahl von 50.
- 15

- Harz B Harz B ist eine mit 0,01 % Hydrochinon stabilisierte 66%ige styrolische Lösung eines ungesättigten Polyesters aus Maleinsäure, o-Phthalsäure und Propylenglykol-1,2 im Molverhältnis 1 : 0,5 : 1,5. Der ungesättigte Polyester hat eine Säurezahl von 50.
- 20

Harz C

- Harz C ist eine mit 0,01 % Hydrochinon stabilisierte 72%ige styrolische Lösung eines ungesättigten Polyesters aus Maleinsäure, Propylenglykol und Dipropylenglykol im Molverhältnis 1 : 0,78 : 0,33.
- 25

30

35

Tabelle 2: Temperaturverlauf während der Photopolymerisation

Nr.	Photoinitiator	Konzentration	UP-Harz	Härtung vor Lagerung Härtungszeit HZ 25°C-T <sub>max</sub>	maximale Proben-Tempe- ratur T <sub>max</sub> (°C)	Farbe des Formstoffs
1	2,4,6-Trimethyl- benzoyldiphenyl- phosphin	0,2 %	A	4 min 15 s	112	farblos
		0,1 %	A	4 min 8 s	109	farblos
		0,2 %	B	3 min 23 s	125	farblos
		0,2 %	C	3 min 8 s	121	gelblich
2	2,6-Dimethoxy- benzoyldiphenyl- phosphin	0,2 %	A	5 min 25 s	110	farblos
3	Benzoyldiphenyl- phosphin	0,2 %	A	31 min	43	gelb
4	p-Dimethylamino- benzoyldiphenyl- phosphin	0,2 %	A	20 min	42	gelb
5	Benzildimethylketal	0,2 %	A	8 min	114	gelb
6	Benzoiniso- propyläther	0,2	A	13 min 22 s	104	gelb
7	Methylolbenzoin- methyläther	0,2	B	13 min 22 s	100	gelb

Die mit diesen Harzen erhaltenen Meßwerte sind in Tabelle 2 zusammengefaßt. Danach zeichnen sich die erfindungsgemäßen Initiatoren (lfd. Nr. 1,2) gegenüber dem Stand der Technik (lfd. Nr. 3 - 7) durch schnellere Härtung und geringere Vergilbung der damit hergestellten Formstoffe aus.

### Beispiel 6

In einem Bindemittel aus 65 Teilen eines Umsetzungsproduktes aus Bisphenol-A-glycidäther und Acrylsäure, 35 Teilen Hexan-1,6-dioldiacrylat werden 3 Teile Photoinitiator gelöst. Die fertige Mischung wird auf Glasplatten in einer Schicht von 60  $\mu$  Dicke aufgerackelt und in 10 cm Abstand unter einer Quecksilberhochdrucklampe (Leistung 80 W/cm Bogenlänge) vorbeigeführt. Die Reaktivität ist als die maximal mögliche Transportbandgeschwindigkeit angegeben, bei der noch eine nagelharte kratzfeste Aushärtung des Überzuges erzielt wird.

20

25

30

35

Tabelle 3

35	30	25	20	15	10	5
Photoinitiator	maximale Transportbandgeschwindigkeit in m/min					Farbe des gehärteten Lackfilms
					unter Luft, Zusatz 3 % Methyläthanolamin	
2,4,6-Trimethylbenzoyl-diphenylphosphin		13	72	38		farblos
2,6-Dimethoxybenzoyl-diphenylphosphin		< 12	72	38		farblos
Benzoyldiphenylphosphin <sup>+</sup>	< 12	< 12	< 12	12		gelblich
p-Dimethylaminobenzoyldiphenylphosphin	12	12	12	12		intensiv gelb

<sup>+</sup> Vergleich nach US-PS 668093

Die Ergebnisse in Tabelle 3 zeigen, daß die erfindungsgemä-  
ßen Acylphosphin-Verbindungen den in der US-PS 3 668 093  
beschriebenen Acylphosphin-Verbindungen bezüglich Vergil-  
bung und Reaktivität überlegen sind.

5

Beispiel 7

Zu einem nach Beispiel 6 hergestellten Lack werden 3 %  
Methyldiäthanolamin gegeben. Anschließend wird wie in  
10 Beispiel 6 auf Glasplatten aufgezogen und belichtet. Die  
Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefaßt. Im Gegensatz  
zu den Verbindungen der US-PS 3 668 093 läßt sich die Här-  
tung der erfindungsgemäßen Verbindungen an Luft durch Zu-  
satz eines Aminbeschleunigers beschleunigen.

15

20

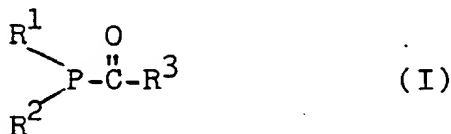
25

30

35

Patentansprüche

1. Acylphosphin-Verbindungen der allgemeinen Formel (I)



10 worin  $\text{R}^1$  für einen geradkettigen oder verzweigten Alkylrest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, einen Cyclohexyl-, Cyclopentyl-, Phenyl-, Naphthyl, einen halogen-,  $\text{C}_1$  bis  $\text{C}_4$ -alkyl- oder  $\text{C}_1$  bis  $\text{C}_4$ -alkoxy-

15 -substituierten Phenyl- oder Naphthylrest oder einen S- oder N-haltigen fünf- oder sechsgliedrigen heterocyclischen Ring steht;

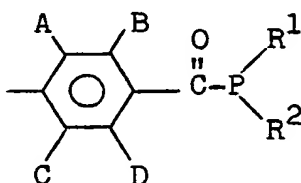
20  $\text{R}^2$  die Bedeutung von  $\text{R}^1$  hat, wobei  $\text{R}^1$  und  $\text{R}^2$  untereinander gleich oder verschieden sein können oder  $\text{R}^1$  und  $\text{R}^2$  miteinander zu einem Ring verknüpft sind, der 4 bis 10 Kohlenstoffatome enthält und durch 1 bis 6 weitere Alkylreste mit je 1 bis 4 Kohlenstoffatomen substituiert sein kann sowie 1 oder 2 ankondensierte Benzolringe besitzen kann,

25  $\text{R}^3$  für einen mindestens zweifach substituierten Phenyl-, Pyridyl-, Furyl-, Pyrrolyl- oder Thienylrest steht, der mindestens an den beiden zur Verknüpfungs-

30 stelle mit der Carbonylgruppe benachbarten Kohlenstoffatomen die Substituenten A und B trägt, die untereinander gleich oder verschieden sein können und für 1 bis 6 Kohlenstoffatome enthaltende Alkyl-, Alkoxy- oder Alkylthioreste, 3 bis 7 Kohlenstoffatome enthaltende Cycloalkylreste, Phenylreste oder



Halogen-, vorzugsweise Chlor- oder Bromatome stehen  
oder  $R^3$  für einen mindestens in den 2,8-Stellungen  
durch A und B substituierten  $\alpha$ -Naphthylrest oder  
einen mindestens in 1,3-Stellungen durch A und B  
substituierten  $\beta$ -Naphthylrest oder für die Gruppie-  
rung



steht, wobei die Reste A, B, C und D untereinander  
gleich oder verschieden sind und C und D die gleiche  
Bedeutung haben wie A und B und wobei gegebenenfalls  
mindestens einer der Reste  $R^1$  und  $R^2$  olefinisch unge-  
sättigt ist.

2. Verfahren zur Herstellung der Acylphosphine nach  
Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß Säurehalo-  
genide der allgemeinen Formel (II),



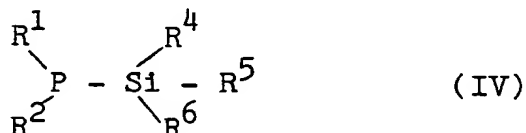
worin X für Cl oder Br steht und  $R^3$  die obengenannte  
Bedeutung hat, in Gegenwart eines inerten Lösungsmit-  
tels bei Temperaturen zwischen  $-30$  und  $110^\circ\text{C}$  mit ei-  
nem Phosphid der allgemeinen Formel (III),



worin  $R^1$  und  $R^2$  die obengenannte Bedeutung haben und

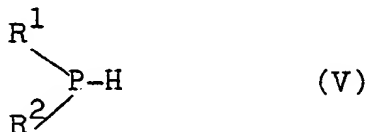
Me für die Alkalimetalle Li, Na oder K steht, umgesetzt werden.

3. Verfahren zur Herstellung der Acylphosphine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Säurehalogenide der allgemeinen Formel (II) bei Temperaturen zwischen  $-10^{\circ}$  und  $130^{\circ}\text{C}$ , gegebenenfalls in einem inerten organischen Lösungsmittel mit einem Silylphosphin der allgemeinen Formel (IV)



umgesetzt werden, worin  $\text{R}^1$  und  $\text{R}^2$  die unter Anspruch 1 angegebene Bedeutung haben und  $\text{R}^4$ ,  $\text{R}^5$ ,  $\text{R}^6$  gleich oder verschieden sind und für  $\text{C}_1$  bis  $\text{C}_6$ -Alkyl- oder Phenylreste, stehen.

4. Verfahren zur Herstellung der Acylphosphine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Säurehalogenide der allgemeinen Formel (II) mit Phosphinen der allgemeinen Formel (V),



worin  $\text{R}^1$  und  $\text{R}^2$  die unter Anspruch 1 genannte Bedeutung haben, in Gegenwart von etwa äquimolaren Mengen eines tertiären Amins bei Temperaturen zwischen  $-10^{\circ}$  und  $200^{\circ}\text{C}$  in einem inerten Lösungsmittel umgesetzt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallphosphid der allgemeinen Formel (III)

in einem inerten organischen Lösungsmittel in an sich bekannter Weise erzeugt und ohne Isolierung weiter umgesetzt wird.

- 5      6.      Verwendung der Acylphosphine nach Anspruch 1, als Photoinitiatoren in photopolymerisierbaren Massen.
7.      Verwendung der Acylphosphine nach Anspruch 1 in Kombination mit sekundären und/oder tertiären Aminen als Photoinitiatoren in photopolymerisierbaren Massen.
- 10
8.      Verwendung nach Anspruch 6 oder 7 zur Herstellung von Überzügen oder Imprägnierungen.
- 15      9.      Verwendung nach Anspruch 6 oder 7 zur Herstellung von Kunststoff-Formteilen auf Basis ungesättigter Polyesterharze, die gegebenenfalls weitere Hilfsstoffe, insbesondere Glasfasern, enthalten.

20

25

30

35

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**